

学校编码: 10384

分类号_____密级

学 号: 18220051301736

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

光纤阵列式羽毛球客观辅助裁判系统
关键技术研究

Study on Key Technology of Badminton Objective Auxiliary
Referee System with Fiber Array

胡桂通

指导教师姓名: 张建寰 副教授

专 业 名 称: 测试计量技术与仪器

论文提交日期: 2008 年 5 月

论文答辩时间: 2008 年 5 月

学位授予日期: 2008 年 月

答辩委员会主席: ____

评阅人: ____

2008 年 5 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版,有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅,有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索,有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1. 保密 (), 在 _____ 年解密后适用本授权书。
2. 不保密 ()

(请在以上相应括号内打“√”)

作者签名: _____ 日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

导师签名: _____ 日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

摘要

现行的羽毛球裁判系统是一个完全主观的裁判系统,每次仲裁的结果完全依赖于裁判或观察者的眼睛来判定羽毛球落点的具体位置。因此,羽毛球比赛过程中经常有争议出现。即使采用摄像回放的方式,最终也是以人眼对图像的观察作为裁判结论,难以实现羽毛球落点的精确判定,不能给出客观的结论。

本文针对羽毛球比赛落点判定存在的缺陷,提出了一种客观、精确、实时地检测羽毛球与地板(边线处)接触位置的光纤阵列式羽毛球客观辅助裁判系统的概念,并对羽毛球客观辅助裁判系统所涉及的关键技术进行研究,包括系统的组成、系统的工作原理及各个组成模块的工作原理等。对系统各组成模块进行具体设计,并对系统中各关键技术进行了实验分析。

完成主要工作如下:

(1) 在总结国内外羽毛球出界判别相关资料和相关判别技术优缺点的基础上,提出设计光纤阵列式羽毛球客观辅助裁判系统。

(2) 分析系统的工作原理和组成模块的结构原理,确定光纤阵列式羽毛球客观辅助裁判系统的主要结构框架,并设计了系统各个组成模块的具体结构。

(3) 通过模拟实验,在统计数据基础上确定羽毛球与地板的接触点尺寸大小,并基于此设计了光纤探测器阵列参数。

(4) 基于 Visual C++ 开发的图像处理软件,应用计算机图像处理技术对图像进行相关处理分析。

(5) 设计系统的实验方案,分别完成了普通平凸透镜单探测头实验、光纤直接探测实验和光纤阵列检测的验证性实验,获得满意的实验结果,验证了光纤阵列式羽毛球客观辅助裁判系统检测的可行性。

光纤阵列式羽毛球客观辅助裁判系统具有成本低、精度高、易于推广等特点,它能够客观、准确、迅速地判定羽毛球的落地位置,对羽毛球比赛判罚的公正性有着重要的意义。

关键词: 光纤光学; 光纤阵列; 图像处理

Abstract

At present, badminton referee system is completely subjective, and the location of the badminton's impacting point is entirely depends on the observer's judgment with their eyes, so dissensions appear often in badminton referring. Even with the video playback, it is hard to determine the precise impacting point, since it also depends on observing the image by human eyes.

Because of the difficulty of distinguish whether the ball is outside the boundary line or not in the badminton game, the paper puts forward an objective auxiliary badminton referee system with fiber array, which could objectively and accurately detect the precise point of contact between the movement ball and boundary line. There are mainly four parts in this system, including laser fiber coupling, optical fiber transmission, detection and signal acquisition and processing.

In this paper, we mainly study the key technologies of badminton objective referee system, including system principle, structure design and experiment to verify the system. The paper does some researches as follows:

1. Summarize a mass of information on distinguishing whether the ball is outside the boundary line or not in the badminton game, introduce and compare the various ways of distinguishing. Basing on them, we design the fiber array badminton objective referee system.

2. Analyze the principle of the system, make sure the main framework of the fiber array badminton objective referee system and design the structure of the various parts in the system.

3. After lots of simulations and experience, we statistic size of interface between badminton and ground. And then fiber array layout is the determined.

4. With the image processing software basing on Visual C++, we use related

computer image processing technologies to do some analysis.

5. Design the system experimental project, complete the convex lens single-detector experiment, the direct detection of optical fiber and optical fiber array detection verification experiment. The experimental results meet expectations, certificate possibility of system's detection.

The badminton objective auxiliary referee system with fiber array is low cost, high precision, easy to promote, it can be objective, accurate and quick determination of the landing location of badminton, it has important significance for the fairness penalty of badminton competition.

Keywords: fiber optics; fiber array; image processing

目 录

第一章 绪论	1
1.1 研究的背景、目的和意义	1
1.2 国内外的研究现状	2
1.3 本文的主要研究内容	6
1.4 本章小结	7
第二章 检测系统工作原理和组成结构	9
2.1 检测系统工作原理	9
2.2 检测系统组成及各模块工作原理	10
2.3 本章小结	13
第三章 激光与光纤耦合和光纤耦合器	15
3.1 光纤	15
3.2 激光-光纤耦合条件及耦合效率影响因素	17
3.3 激光-光纤耦合方式	22
3.4 激光-光纤耦合方案选择	27
3.4 光纤耦合器	31
3.6 光纤耦合器选择	34
3.7 本章小结	34
第四章 探测透镜和阵列布局	37
4.1 探测透镜选择	37
4.2 自聚焦透镜应用现状分析	37
4.3 自聚焦透镜近轴光线光学分析	40
4.4 自聚焦透镜特性	43
4.5 探测头透镜工作原理	44
4.6 探测透镜阵列布局	45
4.7 本章小结	48
第五章 信号接收和计算机图像处理	49
5.1 CCD 图像传感器	49
5.2 图像采集卡	52
5.3 计算机图像处理技术概述	55
5.4 图像处理相关技术	57
5.5 本章小结	64
第六章 实验和数据分析	65
6.1 实验方案步骤	65
6.2 实验器材选择和图像处理软件	65
6.3 单个探测头的实验和结果分析	67
6.4 阵列检测实验和结果分析	69

6.5 实验总结	72
第七章 结论与展望	73
7.1 结论	73
7.2 展望	73
[参考文献]	75
致谢	79
硕士期间发表论文	81

CONTENTS

CHAPTER 1 INTRODUCTION.....	1
1.1 Research Background.....	1
1.2 The Research Status And the Developing Direction	2
1.3 Main Research in the Thesis	6
1.4 Summarization	7
CHAPTER 2 ANALYSIS AND DESIGN OF SYSTEM.....	9
2.1 Principle And Analysis Of System.....	9
2.2 Structure of System.....	10
2.3 Summarization	13
CHAPTER 3 COUPLING OF FIBER OPTICAL AND FIBER	
COUPLER.....	15
3.1 Optical Fiber Transmission Characteristics.....	15
3.2 Coupling Conditions And Coupling Efficiency Factors	17
3.3 Coupled modes	22
3.4 Fiber Coupler	31
3.5 Selection of The Fiber Coupling With Laser	27
3.6 Selection of The Fiber Coupler	31
3.7 Summarization	34
CHAPTER 4 DETECTION LENS AND ARRAY LAYOUT	37
4.1 Selection of Detection Lens	37
4.2 Action of Grin Lens.....	37
4.3 Light Equation of Near Shaft of Grin Lens.....	40
4.4 Characteristics of Grin Lens.....	43
4.5 Principle of The Detection Lens.....	44
4.6 Array Layout of The Detection Lens.....	45
4.7 Summarization	48
CHAPTER 5 SINGAL RECEPTION AND IMAGE PROCESSING	
.....	49
5.1 CCD.....	49
5.2 Image Acquisition	52
5.3 Summary Of The Image Processing.....	55
5.4 Image Processing Technology	57
5.5 Summarization	64
CHAPTER 6 EXPERIMENT AND RESULTS ANALYSIS.....	65

6.1 Experimental Programme.....	65
6.2 Experimental Equipment	65
6.3 Experiment And Analysis of Singal Detection Lens.....	67
6.4 Experiment And Analysis of Array System	69
6.5 Summarization	72
Chapter 7 CONCLUSION AND OUTLOOKING.....	73
7.1 Conclusion	73
7.2 Outlooking	73
REFERENCE	75
THANKS.....	79
PUBLICATION.....	81

厦门大学博硕士论文摘要库

第一章 绪论

1.1 研究的背景、目的和意义

羽毛球比赛时,对边线球的判罚经常出现争议,究其原因现行的裁判系统是一个完全彻底的主观裁判系统所引起的,即边线球的落点由裁判员或观察者以人眼的观察来判定接触点与边线之间的相对位置。而这种观察得来的结果与观察者所处的位置、视线的角度、视力好坏、眼睛的疲劳程度等因素密切相关,同一落点不同的观察者可能给出完全相反的结论。因此,比赛中出现明显误判,甚至故意造成误判的情况都可能存在,影响了这种比赛的公正性和娱乐性。

即使在比赛中使用摄像回放的方法来改善这种状况,也脱离不了判定结果的主观性。因为图像回放的最终结果判定还是由人的眼睛做出的,缺少对落地点的精确、客观判定。

在国际羽毛球比赛中,裁判系统要求有一个主裁、一个副裁再加上八名或者十名司线,单打八名司线比双打少两名,因为在单打,羽毛球出界的底线只有1条,而双打有2条。内底线是发球时的出界线,故需要有人作裁判。主裁判负责报分、记录、还有判断运动员接发球是否有提前移动;副裁判主要负责换球、判断发球运动员是否出现违例(过手/过腰);司线主要负责判断羽毛球落地时是否出界。一场羽毛球赛共十个或十二个裁判,司线需要八或十个。比赛中裁判位置如图1-1所示。

羽毛球出界判别的具体规则是:羽毛球是否出界取决于羽毛球落地瞬间球托与地面接触的点是否在界内,边界线不是一根细线,而是一根宽度为4cm的线,若该点在界外,则为界外球;若这个点在界内,包括一部分在线上,就是界内球。依据此规则,球与地板的接触点压线或部分压在线上都属于界内球,对于更极端的情况,如球托与地板的触点只是占据边界线外沿一点,按规则规定也属于界内球,所以是否出线的判定,关键在于球托落地的精确接触点的准确检测。这是羽毛球与其他球类比赛出界问题判别的最大区别^[1]。



图 1-1 羽毛球比赛裁判位置图

对于羽毛球出界判别存在争议有很多原因：羽毛球落地点尺寸小、接触点隐蔽、落地速度快、方向不规律；裁判盯着边线较久时，容易出现人眼疲劳造成视觉误差等；人眼判断的主观性；人眼观察分辨能力的有限性等。这些原因都不同程度引起有关出界判别的争议。

因此，设计一种客观、精确、快速的羽毛球出界判别系统，对羽毛球比赛判罚的公正性有着重要的意义。

1.2 国内外的研究现状

与项目所开发的羽毛球裁判系统相类似的、可用于客观地执行球类比赛裁判任务的类似系统主要有：用于网球裁判辅助功能的“鹰眼系统”；羽毛球数字检测系统；球类比赛线审辅助装置等。

下面对典型的可能对承担羽毛球客观辅助裁判系统开发有借鉴意义的相关技术特点加以分析。

1.2.1 鹰眼技术

类似羽毛球的同类球赛比赛时也有出现裁判错判、误判的情况，目前都陆续引进了摄像机监视等设备来协助裁判做出正确的裁决。典型的有应用于网球的“鹰眼技术”。所谓“鹰眼技术”的正式名称是“即时回放系统”，它的技术原理并不复杂，但十分精密。这个系统由 8 个或者 10 个高速摄像头、四台电脑和大

屏幕组成。首先,借助电脑的计算把比赛场地内的立体空间分隔成以毫米计算的测量单位;然后,利用高速摄像头从不同角度同时捕捉网球飞行轨迹的基本数据;再通过电脑计算,将这些数据生成三维图像;最后利用即时成像技术,由大屏幕清晰地呈现出网球的运动路线及落点。从数据采集到结果演示,这个过程所耗用的时间,不超过 10 秒钟。通常用于电视转播。“鹰眼”存在的意义在于克服人类观察能力上存在的极限和盲区,帮助裁判做出精确公允的判断结果。目前网球场上对“鹰眼技术”的应用还有些限制,每名运动员每盘比赛只有两次要求利用鹰眼技术的挑战机会(如果遇到“抢七”的话,可以增加一次),如果挑战成功,则依然享有两次机会,如果挑战失败则意味着失去一次机会。“鹰眼技术”在全世界的网球赛场上使用得越来越广,受到大多部分球员、教练和观众的欢迎。

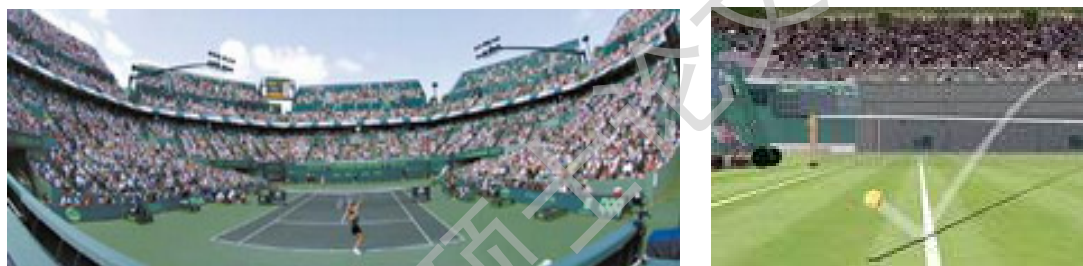


图 1-2 网球比赛中应用的鹰眼技术

很多羽毛球世界冠军级球员以及一些教练提出在羽毛球比赛中引进网球场的“鹰眼技术”以保证比赛公正的进行。但是“鹰眼技术”是利用高速摄像头从不同角度同时捕捉网球飞行轨迹的基本数据;再通过电脑计算,将这些数据生成三维图像,模拟出网球的落地点。而羽毛球的受环境影响大小和羽毛球本身的运动特点与网球运动差别巨大,它运行轨迹的模拟技术也和网球运动模拟原理完全不同,所以软件部分是要重新开发的,还要有很长的实验阶段。由于其不规则的形状,使得该技术能否最后能否模拟出飞行轨迹也无法预知。而且“鹰眼技术”费用昂贵,在一个赛事的一片网球场上使用鹰眼技术,其使用费高达 40 万美金。假定鹰眼可以实现对羽毛球比赛执行裁判的功能,对于国际羽联这样的还属于比较贫困的组织来说,完全是奢侈品。所以总得来说,目前网球赛场上的“鹰眼技术”无法应用于羽毛球赛场上。

1.2.2 数字检测系统

目前国内针对羽毛球是否边界判别相关专利技术有球类比赛中界外球的数字检测系统^[2]。

球类比赛中界外球的数字检测系统的主要特征是由光学三维运动实时跟踪捕捉设备、数据信息处理系统、数字显示和声音警示发光警示设备等组成。当羽毛球在比赛场运动时,其空间位置图形信息被光学三维运动实时跟踪捕捉设备实时地、不间断地捕捉到,并由其计算处理得出球心的三维坐标(X, Y, Z)及图形信息。当球在某个位置点出界,球的三维坐标和图形信息经数据信息处理系统处理并比较判断后,由数字显示和声音警示、发光警示设备瞬间发出出界报警,并显示界外球的坐标数字。

这种界外球检测系统的使用会使裁判或观众从数字上更容易更准确地瞬间判断出一个球是否出界,包括发球时球是否出界。但是该套数字检测系统存在着很大的缺陷:第一,比赛用球必须经过红外喷涂或其他方式的特殊处理,才能被光学三维运动实时跟踪捕捉设备实时地不间断地捕捉,这改变了羽毛球的标准构造。第二,外界的干扰红外线会严重影响该检测系统的判别正确性。第三,也是最重要的一点,由于数据信息处理系统对所检测球的三维坐标数学计算是以圆型球近似计算,与羽毛球的实际情况有较大的差别,所以获得接触点的大小估算以及决定是否传出球出界的警示声音或发出警示光存在着较大的误差。

1.2.3 线审辅助装置

可用于羽毛球比赛裁判系统中担任司线任务的相关技术还有一种用于球赛的线审辅助装置^[3]。

线审辅助装置包括球场界线及球体,其特征不在于球场界线是用条带状的绝缘材料为基板,在基板两边各排列有一条正、负电导线,在其表面上还有与导线连接的扩线电路;在球体与地面接触的部位附着有导电材料或导电物质,当球体与球场界线接触时产生电感应,并通过辅助装置加以显示。

当羽毛球接触到球场界线,线审辅助装置可以使裁判员能够迅速、准确地判定出落球的准确位置。

从上面的装置技术特点可以看到,该线审辅助装置存在着很大的缺陷:

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库